

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель проректора по научной
деятельности и цифровизации
ФГБОУ ВО «Казанский национальный
исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ»
доктор технических наук, доцент



Виталий Михайлович Бабушкин

« 16 » 10 2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

**федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Казанский национальный
исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»**
на диссертацию Зайкина Руслана Григорьевича на тему «Оценка уровня
нефтяного загрязнения почв при мониторинге чрезвычайных ситуаций»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 3.2.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях
(технические науки)

Актуальность исследования

Объекты нефтегазодобывающей промышленности оказывают существенное негативное влияние на окружающую природную среду. С ростом масштабов добычи нефти, объемов ее транспортировки, переработки, использования и хранения увеличиваются риски возникновения техногенных аварий и чрезвычайных ситуаций (ЧС), значительная часть которых сопровождается попаданием нефти и нефтепродуктов в почву. Одним из приоритетных мероприятий, направленных на защиту населения и территорий от таких ЧС, является развитие системы мониторинга и прогнозирования. Оценка уровня загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами при мониторинге ЧС связана с рядом проблем, требующих решения. Методы обнаружения нефти и нефтепродуктов, обработки и анализа полученных результатов требуют совершенствования. Разработка системы оценки уровня нефтяного загрязнения почв при мониторинге ЧС, является, **актуальной**.

Цель и задачи диссертационного исследования

Целью диссертационного исследования является совершенствование методов наблюдений, обработки данных и анализа ситуаций для мониторинга ЧС, связанных с попаданием в почву нефти и нефтепродуктов.

Для достижения цели исследования были сформулированы и решены следующие логически взаимосвязанные задачи:

1) разработать методику избирательного обнаружения техногенного нефтяного загрязнения почв при мониторинге ЧС;

2) провести экспериментальные исследования образцов почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, оценить сопоставимость результатов определения нефтяного загрязнения, полученных методом инфракрасной спектроскопии (ИК-спектроскопии) и методом молекулярной люминесценции с использованием технологии скрининга при отборе проб;

3) разработать метод оценки уровня нефтяного загрязнения почв при мониторинге и прогнозировании ЧС, возникающих на территории объектов нефтегазодобывающей промышленности (НГДП) с учетом полученных регрессионных зависимостей.

Положения, выносимые на защиту

1. Методика избирательного обнаружения техногенного нефтяного загрязнения на фоне органических веществ, содержащихся в почвах, при мониторинге ЧС.

2. Регрессионные зависимости, связывающие результаты, получаемые при изучении нефтяного загрязнения почв методами ИК-спектроскопии и молекулярной люминесценции.

3. Метод оценки уровня нефтяного загрязнения почв при мониторинге и прогнозировании ЧС, возникающих на территории объектов НГДП при аварийных разливах нефти и нефтепродуктов.

Научная новизна работы

1. Разработана методика избирательного обнаружения техногенного нефтяного загрязнения почв при мониторинге ЧС, в которую введен ранее не выделяемый этап установления фонового уровня содержания органических веществ в почвах, позволяющий учитывать их территориальные особенности.

2. Установлены не выявленные ранее регрессионные зависимости, связывающие результаты, получаемые при изучении нефтяного загрязнения почв методами ИК-спектроскопии и молекулярной люминесценции, которые позволяют сопоставлять и прогнозировать результаты исследования почв, выполненные указанными методами.

3. Разработан метод оценки уровня нефтяного загрязнения почв при мониторинге и прогнозировании ЧС, возникающих на территории объектов НГДП, позволяющий на основании введенных критериев классифицировать почвы по степени нефтяного загрязнения, выявлять ЧС, обусловленные аварийными разливами нефти и нефтепродуктов.

Теоретическая значимость работы:

раскрыты закономерности изменения устойчивости почвенной системы к загрязнению нефтью и нефтепродуктами;

установлены регрессионные зависимости между результатами, получаемыми при изучении нефтяного загрязнения почв методами ИК-спектроскопии и молекулярной люминесценции;

изучены и расширены возможности использования математического

аппарата для выявления разливов нефти и установления критериев оценки уровня загрязнения почв и возникновения ЧС.

Практическая значимость работы:

обоснованы перспективные направления совершенствования системы оценки уровня опасного нефтяного загрязнения почв для территорий объектов НГДП для мониторинга и прогнозирования ЧС;

разработана и внедрена методика избирательного обнаружения техногенного нефтяного загрязнения на фоне органических веществ, содержащихся в почвах для мониторинга ЧС;

разработан и внедрен метод оценки уровня нефтяного загрязнения почв, позволяющий сравнивать участки территорий по уровню загрязнения углеводородными поллютантами и выделять новые разливы;

представлены предложения по созданию перспективной системы мониторинга и прогнозирования ЧС на основе установленных критериев оценки уровня нефтяного загрязнения почв.

Соответствие содержания диссертации паспорту научной специальности

Тема диссертации соответствует паспорту специальности 3.2.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях (область науки – технические), в частности п. 6. «Разработка научных основ создания и совершенствования систем и методов прогнозирования и мониторинга источников чрезвычайных ситуаций»; п. 21 «Разработка методов и систем мониторинга, прогнозирования и контроля процессов обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях сопутствующих процессов, их документального обеспечения на всех стадиях».

Реализация результатов исследования

Представленные в диссертации результаты исследований внедрены в практическую деятельность ООО «Конкорд», Главного управления МЧС России по Псковской области.

Публикации

Основные результаты работы опубликованы в 11 научных работах, включающих 4 статьи в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК при Минобрнауки, 2 статьи в журналах, индексируемых в базе данных Scopus и 5 статей, опубликованных в материалах научно-практических конференций. Опубликованные статьи достаточно полно отражают основную суть диссертационного исследования.

Оценка структуры и содержания диссертационной работы, соответствие автореферата диссертации

Структура диссертации и автореферата отвечает требованиям ГОСТ Р 7.0.11- 2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

Рецензируемая диссертационная работа состоит из введения, четырех глав с основными результатами и выводами по каждой из них, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы (135

наименований) и 3 приложений. Работа содержит 135 страниц основного текста, 18 таблиц, 55 рисунков.

Во **введении** обоснована актуальность темы диссертационной работы, определены цель, объект и предмет исследования. Сформулированы задачи исследования. Определена научная новизна, теоретическая и практическая значимость, методология и методы исследования. Представлены положения, выносимые на защиту.

В **первой главе** «Анализ ЧС на объектах нефтегазового комплекса, связанных с нефтяным загрязнением почв» проведен анализ ЧС, связанных с нефтяным загрязнением почв как одной из глобальных современных проблем. Обосновано, что проблемы при оценке содержания нефти и нефтепродуктов в почвах связаны со спецификой и разнообразием почв; сложным составом нефти и нефтепродуктов, особенностями рассеяния загрязняющих веществ в окружающей среде и т.д. Установлено, что вопросы оценки содержания нефти нефтепродуктов в почве при мониторинге и прогнозировании ЧС в достаточной степени не проработаны. Обоснована необходимость избирательного обнаружения техногенного нефтяного загрязнения с учетом фонового содержания органических веществ в почве.

Вторая глава «Методика избирательного обнаружения техногенного нефтяного загрязнения почв при мониторинге ЧС» посвящена обоснованию методов исследования и разработке методики избирательного обнаружения техногенного нефтяного загрязнения на фоне органических веществ, содержащихся в почвах, при мониторинге ЧС. Установлено, что сложность оценки уровня нефтяного загрязнения почв связана с необходимостью учета территориальных особенностей почв и содержания в них органических веществ природного происхождения. Определение содержания нефтепродуктов в почвах проведено ИК-спектрометрическим методом и методом молекулярной люминесценции. Представлены результаты и исследования образцов почв и проведен их анализ. Представлена и обоснована методика избирательного обнаружения техногенного нефтяного загрязнения на фоне органических веществ, содержащихся в почвах, в которую введен ранее не выделяемый этап установления фонового уровня содержания органических веществ в почве.

В **третьей главе** «Корреляционный анализ связей между результатами, получаемыми при изучении нефтяного загрязнения почв различными методами» проведен корреляционный анализ и установлены корреляционные зависимости между результатами оценки нефтяного загрязнения, полученными методом ИК-спектроскопии и методом молекулярной люминесценции с использованием технологии скрининга при отборе проб. Проведена оценка силы линейной связи с использованием коэффициента корреляции Пирсона. Установлено, что сила линейной связи между значениями содержания нефтепродуктов почве, полученными с использованием двух представленных независимых методов, различается в зависимости от диапазона измеряемых концентраций. Для снятия ограничений применения

линейной корреляции Пирсона и выявления тесноты связи на всем массиве экспериментальных данных применен коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

Четвертая глава «Метод оценки уровня нефтяного загрязнения почв при мониторинге и прогнозировании ЧС, возникающих на объектах нефтегазодобывающей промышленности при аварийных разливах нефти и нефтепродуктов» включает результаты исследований концентраций экстрагируемых органических соединений, извлекаемых с помощью четыреххлористого углерода и концентраций нефтепродуктов (соединений, выделенных после хроматографирования на оксиде алюминия) в исследуемых почвах. Обосновано, что полученные автором результаты хорошо аппроксимируются логистической функцией. На основе анализа ее производных выделены критические точки и дана их содержательная интерпретация. Разработаны критерии оценки уровня загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами для мониторинга и прогнозирования ЧС. Метод реализован на территории Мусюршорского месторождения, для которой установлены параметры оценки уровня нефтяного загрязнения почв. Представлена последовательность реализации предлагаемого метода.

В **заключении** кратко излагаются полученные результаты.

Автореферат и текст диссертации

Материал изложен четко, в логической последовательности, что позволяет оценить полученные Зайкиным Р.Г. результаты и установить их научную новизну, практическую и теоретическую значимость. Сформулированные выводы являются обоснованными, они соответствуют поставленным задачам и положениям, выносимым на защиту. Некорректных заимствований и других нарушений научной этики не обнаружено.

Автореферат соответствует содержанию диссертации, в нем имеются сведения об апробации результатов, представлен список опубликованных научных работ по теме диссертации.

В диссертационной работе соискатель ученой степени корректно ссылается на источники заимствования материала.

По диссертационной работе имеются следующие **замечания и рекомендации**:

1. В Таблице 2.5 диссертации и в Таблице 2 автореферата приведена классификация (группировка) образцов почв по диапазонам коэффициента $K_{МАУ/ПАУ}$. В связи с представленными данными возникают два вопроса:

1) насколько обосновано представленное разделение на три группы, с диапазонами <0.5 ; $0.5-0.75$; >0.75 . Учитывалась ли при разделении частотная характеристика выборки?

2) автор справедливо указывает на то, что образец 11, который по ИК-методу является наиболее загрязненным, по люминесцентному методу таковым не является. Предполагается, что люминесцентный метод выделяет природную составляющую и дополняет метод ИК-спектроскопии, уточняя этот анализ. Является ли высокое природное содержание углеводородов

признаком загрязнения? Если нет, то как выделить в виде дозы или в виде концентрации антропогенную, загрязняющую долю, а если да, то насколько оправдано использование люминесцентного метода при достаточности метода ИК-спектроскопии? Иначе говоря, полученное значение 200 ppm, которое определяет пороговый уровень загрязнения, получено с учетом природной составляющей пула углеводородов? Как градации, представленные в Таблице 4.1 диссертации и Таблице 3 автореферата, взаимодействуют с условиями Таблицы 2.5 диссертации и Таблицы 2 автореферата?

2. Возникает вопрос и по условно чистым, по мнению автора, почвам, содержание органических веществ в которых соответствует фоновому уровню, не превышающему 80 ppm (стр. 109 диссертации и стр. 19 автореферата). Речь, по всей видимости, идет о локальных фоновых значениях, присущих конкретному месторождению, в противном случае; необходимо учитывать типы почв, так как природное содержание нефтяных углеводородов в разных почвах может сильно варьировать. Сколько анализов образцов почвы и на какой площади необходимо и достаточно провести для обоснованного расчета фоновых концентраций?

3. Режим ЧС часто обусловлен не столько фактом самого наличия загрязнения, сколько площадью его распределения по территории. Например, произошла небольшая локальная утечка нефти, которая при измерении концентраций нефтепродуктов непосредственно в месте разлива представлена значениями свыше 2000-3000 ppm, на площади порядка 100 кв.м. Другая утечка распространилась на площади 1000 кв.м, но с концентрациями порядка 1500-2000 ppm. В каком случае ЧС более вероятна? Учитывает ли предлагаемый подход такие обстоятельства?

Указанные замечания не снижают научную новизну, практическую, теоретическую значимость и общую положительную оценку диссертационной работы.

Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа Зайкина Р.Г. на тему «Оценка уровня нефтяного загрязнения почв при мониторинге чрезвычайных ситуаций», является завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная научная задача, заключающаяся в разработке системы оценки уровня нефтяного загрязнения почв при мониторинге ЧС, имеющая существенное значение для развития страны в области обеспечения безопасности в ЧС, возникающих при обращении с нефтью и нефтепродуктами.

Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты. Диссертация и положения, выносимые на защиту, соответствуют паспорту специальности 3.2.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях (технические науки).

Диссертация соответствует требованиям пунктов 9 - 11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением

Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Её автор, Зайкин Руслан Григорьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 3.2.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях (технические науки).

Отзыв на диссертацию Зайкина Р.Г. обсужден на совместном заседании кафедры промышленной и экологической безопасности и кафедры общей химии и экологии, протокол № 5 от «15» декабрь 2025 года.

Заведующая кафедрой промышленной
и экологической безопасности
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
доктор педагогических наук,
профессор

Муравьева Елена Викторовна

Заведующая кафедрой общей химии
и экологии
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
доктор химических наук,
профессор
«16» 12 2025 г.

Тунакова Юлия Алексеевна

Подписи Муравьевой Елены Викторовны и Тунаковой Юлии Алексеевны заверяю.

Подпись Муравьев Е. В., Тунаковой Ю. А.
заверяю. Начальник управления
технологического производства и контроля



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ».

Почтовый адрес: 420111, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, ул. К. Маркса, 10.

Телефон: +7 (843) 231-01-09.

Адрес электронной почты: kai@kai.ru.

Адрес официального сайта в сети интернет: <https://kai.ru/>.